

CLIPPEDIMAGE= JP02001168563A
PAT-NO: JP02001168563A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001168563 A
TITLE: POWER MODULE

PUBN-DATE: June 22, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
BABA, YOICHIRO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
TOYOTA MOTOR CORP	N/A

APPL-NO: JP11347453
APPL-DATE: December 7, 1999

INT-CL_(IPC): H05K007/20

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the cooling efficiency of a power module while relaxing thermal stress due to the difference in the coefficient of linear expansion of a component.

SOLUTION: A storage case 20 is made of resin, and an insulation substrate 16 is made of ceramic. Although the coefficient of linear expansion differs greatly between both of them, the generation of the thermal stress between both of them can be prevented by supporting an insulation substrate 16 inside the storage case 20 floatingly. Heat being generated by a power element 2 is allowed to escape to water flowing inside a channel 16a via a soldering layer 5, an aluminum conductor 4, a low melt-point aluminum layer 5, and the insulation substrate 16, thus efficiently performing cooling.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-168563

(P2001-168563A)

(43) 公開日 平成13年6月22日 (2001.6.22)

(51) Int.Cl.⁷

H 0 5 K 7/20

識別記号

F I

H 0 5 K 7/20

テームト (参考)

D 5 E 3 2 2

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-347453

(22) 出願日 平成11年12月7日 (1999.12.7)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 馬場 陽一郎

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100068618

弁理士 尊 経夫 (外3名)

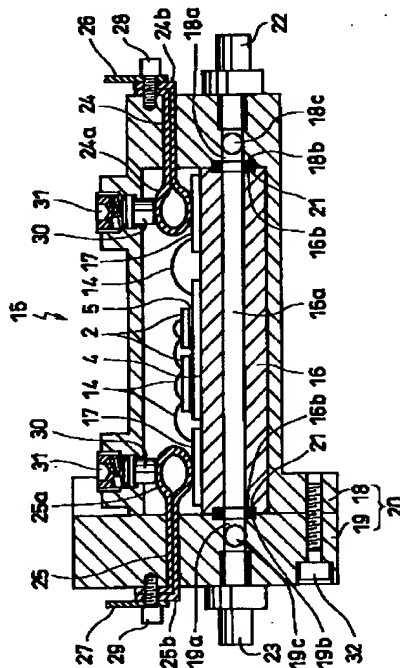
Fターム (参考) 5E322 AA05 AB01 AB04

(54) 【発明の名称】 パワーモジュール

(57) 【要約】

【課題】 構成部材の線膨張率の違いによる熱応力の緩和を図りつつ、パワーモジュールの冷却効率を高める。

【解決手段】 格納ケース20は樹脂製であり、絶縁基板16はセラミック製である。両者の線膨張率は大きく異なるが、絶縁基板16を格納ケース20の内部にフローティング支持することで、両者間の熱応力の発生を防止する。パワー素子2で発生する熱は、はんだ層5、アルミ導体4、低融点アルミ層および絶縁基板16を介して水路16a内部を流れる水へと逃がされ、効率的に放熱を行うことが可能である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 格納ケースと、該格納ケース内に、水路を有しパワー素子が固定される絶縁基板をフローティング支持する支持手段と、前記絶縁基板の水路と前記格納ケース外部との間の流体連通手段と、前記パワー素子と格納ケース外部との間の電流導通手段とを備えることを特徴とするパワーモジュール。

【請求項2】 前記支持手段は、前記格納ケースおよび前記絶縁基板の各々に形成された凹部に嵌合する弾性部材であることを特徴とする請求項1記載のパワーモジュール。

【請求項3】 前記流体連通手段は、前記格納ケースの水路開口部と前記水路付絶縁基板の水路開口部との間で、圧縮変形しながら両者間をつなぐ弾性リングを備えることを特徴とする請求項1または2記載のパワーモジュール。

【請求項4】 前記流体連通手段の弾性リングは、前記支持手段の弾性部材を兼ねることを特徴とする請求項3記載のパワーモジュール。

【請求項5】 前記電流導通手段は、前記絶縁基板に設けられた電極リードと、前記格納ケースを貫通し前記電極リードに対する接触圧を変更可能な金属端子とを備えることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項記載のパワーモジュール。

【請求項6】 前記金属端子は、前記電極リードとの接触部分がループ状をなし、該接触部分を前記格納ケースの外部に露出する調整ねじで押圧可能であることを特徴とする請求項5記載のパワーモジュール。

【請求項7】 前記格納ケースは複数の部分に分割されており、少なくとも、前記分割された格納ケースの各部分と、前記絶縁基板と、前記支持手段と、前記連通手段と、これらを固定する係止手段とが、一方向に組み付けられるように配置されることを特徴とする請求項1から6のいずれか1項記載のパワーモジュール。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、パワーモジュールに関し、特にその放熱効果を高める技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より、半導体素子を効率よく冷却するために、半導体素子のパッケージ表面にヒートシンクを設け、かかるヒートシンクに接触する冷却媒体（気体、液体）へと熱を逃がす方法が取られている。特に、発熱量の大きい大電流利用のパワー素子の冷却に当っては、熱の伝達効率を高めるために、水等の液体を冷却媒体として用いることが望ましい。係る冷却手段を有するものの従来例として、特開平4-188787号公報、特開昭55-165659号公報等に開示された発明がある。

【0003】図3には、従来のパワーモジュール1の構

造を示している。パワー素子2は、絶縁基板3上に設けられたアルミ導体4に、はんだ層5を介して固定されている。また、絶縁基板3は、はんだ層6を介して放熱板7に固定されている。さらに、放熱板7はグリス層8を介してアルミケース9に取付けられている。そして、アルミケース9のヒートシンク9aが、水10に直接接触している。なお、放熱板7の周囲は樹脂ケース11に覆われており、さらにカバー12が設けられている。図中符号13で示す部分は電極であり、ワイヤボンディング14によってパワー素子2に接続されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来のパワーモジュール1において、以上のごとき多段の積層構造を採用している理由は、熱源であるパワー素子2と、放熱板7、アルミケース9等が夫々持っている線膨張率の違いにより、隣接する部材間に生ずる熱応力を、各層が弾力的に受け止めることによって緩和するためである。しかしながら、上記のごとき多段の積層構造は、パワー素子2からアルミケース9に至るまでの熱の伝達効率の低下を来すものであり、また、製造工程の増加を来すことから問題となっていた。

【0005】本発明は上記課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、構成部材の線膨張率の違いによる熱応力の緩和を図りつつ、パワーモジュールの冷却効率を高めることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の請求項1に係るパワーモジュールは、格納ケースと、該格納ケース内に、水路を有しパワー素子が固定される絶縁基板をフローティング支持する支持手段と、前記絶縁基板の水路と前記格納ケース外部との間の流体連通手段と、前記パワー素子と格納ケース外部との間の電流導通手段とを備えることを特徴とする。

【0007】本発明では、前記パワー素子は、前記絶縁基板を介して、前記絶縁基板の水路内を流通する水へと放熱を行う。この際、前記絶縁基板と前記格納ケースとの線膨張率の違いから生ずる熱変形を、前記支持手段によって吸収し、前記絶縁基板と前記格納ケースとの間の熱応力の発生を防止する。しかも、前記電流導通手段によって前記パワー素子と格納ケース外部との導通が確保されるので、前記パワー素子の機能は確保される。

【0008】また、本発明の請求項2に係るパワーモジュールにおいて、前記支持手段は、前記格納ケースおよび前記絶縁基板の各々に形成された凹部に嵌合する弾性部材である。この構成によると、前記弾性部材が前記格納ケースおよび前記絶縁基板の各々に形成された凹部に嵌合することで、両者間の位置関係を決定しつつ、前記弾性部材が弾性変形することによって、前記格納ケース内に前記絶縁基板をフローティング支持する。

【0009】また、本発明の請求項3に係るパワーモジ

ジュールにおいて、前記流体連通手段は、前記格納ケースの水路開口部と前記水路付絶縁基板の水路開口部との間で、圧縮変形しながら両者間をつなぐ弾性リングを備える。すなわち、前記弾性リングが、前記格納ケースの水路開口部と前記水路付絶縁基板の水路開口部との間で圧縮変形することで、前記絶縁基板と格納ケース外部との間の密閉と水の連通とを確保する。

【0010】さらに、本発明の請求項4に係るパワーモジュールによると、前記流体連通手段の弾性リングは、前記支持手段の弾性部材を兼ねるものである。この構成によると、前記流体連通手段と前記支持手段とが統合され、構成部品の削減と構造の単純化とを図ることができる。

【0011】また、本発明の請求項5に係るパワーモジュールによると、前記電流導通手段は、前記絶縁基板に設けられた電極リードと、前記格納ケースを貫通し前記電極リードに対する接触圧を変更可能な金属端子とを備えるものである。本発明では、前記パワー素子と格納ケース外部との間の導通を、前記絶縁基板に設けられた電極リードに対し、その接触圧力を変更可能な金属端子によって確保することで、前記絶縁基板が前記格納ケース内にフローティング支持される構成においても、前記パワー素子と格納ケース外部との間の電流の導通を確保する。

【0012】また、本発明の請求項6に係るパワーモジュールでは、前記金属端子は、前記電極リードとの接触部分がループ状をなし、該接触部分を前記格納ケースの外部に露出する調整ねじで押圧可能である。そして、ループ状をなす前記接触部分に対する調整ねじの圧力を、格納ケースの外部から調節することで、当該圧力の調整を、パワーモジュールの組立工程の最終段階で行うことを可能とする。

【0013】加えて、本発明の請求項7に係るパワーモジュールでは、前記格納ケースは複数の部分に分割されており、少なくとも、前記分割された格納ケースの各部分と、前記絶縁基板と、前記支持手段と、前記連通手段と、これらを固定する係止手段とが、一方向に組み付けられるように配置されることを特徴とする。この構成により、各部の組立作業を一方向に統一して行う。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて説明する。ここで、従来技術と同一部分若しくは相当する部分については同一符号で示し、詳しい説明は省略する。

【0015】図1には、本発明の実施の形態に係るパワーモジュール15の断面を示している。パワー素子2は、はんだ層5を介してアルミ導体4に固定されている。アルミ導体4は、水路16aを有する絶縁基板16に、低融点アルミ等を用いて貼付されている。同様にして、絶縁基板16には電極リード17が貼付されている。各パワー素子

2および電極リード17の間は、ワイヤボンディング14で接続されている。

【0016】絶縁基板16は、AlNセラミック（窒化アルミニウムセラミック）等で形成されている。絶縁基板16の水路16aは、内部に冷却水を流通させてパワー素子2の熱を逃がすためのものであり、絶縁基板16の内部には、必要に応じて一つ、または複数の水路16aが平行に配置される（図2参照）。なお、これら各部品の貼付および接続は、後述する他の部品とは別個に、予め完了させておき、以後アッセンブリー部品として取り扱う。

【0017】また、絶縁基板16は、本体18と蓋19に分割された格納ケース20の内部に格納されている。本体18および蓋19は、いずれも樹脂成型品である。また、絶縁基板16は、格納ケース20の内壁に対し若干の隙間を有し、絶縁基板16の水路16aと、本体18および蓋19の水路18a、19aとの間に配置した、Oリング等の弾性リング21を圧縮することで、当該隙間からの水もれを防止する。また、弾性リング21の弾性変形可能な範囲内で、絶縁基板16は格納ケース20に対しフローティング支持される。

【0018】本体18の水路18aおよび蓋19の水路19aには、さらに、図1の奥行き方向へと延びる水路18c、19cが形成されており、絶縁基板16の内部に平行に形成される複数の水路16aへの、水の供給を可能としている。さらに、本体18の水路18aおよび蓋19の水路19aには、水供給用の外部管路（図示省略）を連結するためのジョイント22、23が、本体18および蓋19の外側から嵌め込まれている。

【0019】以上の構成より、弾性リング21は、絶縁基板16を格納ケース20内にフローティング支持する支持手段としての機能と、絶縁基板16の水路16aと格納ケース21の外部との間の流体連通手段としての機能とを兼ね備える。さらに、弾性リング21を、水路16a、18a、19aの各開口部に形成された凹部16b、18b、19bに嵌め込むことで、弾性リング21の保持と、各水路16a、18a、19aの位置合わせとが確実に行われる。

【0020】また、パワーモジュール15は、パワー素子2と格納ケース20の外部との電流導通手段として、絶縁基板16に設けられた電極リード17と、電極リード17に対し格納ケース20を貫通して接触する金属端子24、25とを備える。金属端子24、25は、高張力銅材等で構成されている。金属端子24は本体18の端部を貫通して蓋19の方向へと延びており、電極リード17との接触部分24aがループ状に形成されている。また、金属端子25は蓋19を貫通して本体18の方向へと延び、電極リード17との接触部分25aがループ状に形成されている。

【0021】さらに、金属端子24、25の、格納ケース20の外部に露出する端部24b、25bを、図示のごとく本体18および蓋19の端面に沿って折り曲げ、かかる端部24b、25bを、外部バスバー26、27と共に、ねじ28、29で

10

20

30

40

50

本体18、蓋19へと固定している。なお、金属端子24、25は、本体18、蓋19の所定の取付け穴に対し嵌め込むものであってもよく、また、本体18、蓋19と共にインサート成形してもよい。

【0022】さらに、格納ケース20には、金属端子24、25の接触部分24a、25aを電極リード17へと押し付けるための押圧コマ30と、調整ねじ31とが設けられている。調整ねじ31は、六角穴付平先止めねじが用いられる。また、押圧コマ30は樹脂等の絶縁材料で形成されているので、金属端子24、25から調整ねじ31への導通は遮断され

る。

【0023】ここで、パワーモジュール15の組立手順を説明する。まず、格納ケース20の本体18に、ジョイント22と金属端子24とを嵌め込む。また、格納ケース20の蓋19にも、ジョイント23と金属端子25とを嵌め込んでおく。続いて、格納ケース20の内部にパワー素子2などがアッセンブリされた絶縁基板16を挿入する。この際、水路18aの凹部18bに、予め弾性リング21をはめ込んでおき、絶縁基板16の水路16aに形成した凹部16b（図1の右側の凹部16b）を、かかる弾性リング21に合わせて位置決めする。

【0024】次に、絶縁基板16の水路16aに形成したもう一方の凹部16b（図1の左側の凹部16b）に弾性リング21をはめ込み、本体18に蓋19を合わせる。この際にも、弾性リング21に、蓋19の水路19aに形成した凹部19bを合わせて位置決めする。そして、固定ねじ32で、本体18と蓋19とを固定する。この際、弾性リング21は圧縮変形され、水路16aと18a、水路16aと19aの間の密閉性が確保される。

【0025】続いて、金属端子24、25の端部24b、25bを、外部バスバー26、27と共に、ねじ28、29で本体18、蓋19へと固定する。以上の工程の間は、各部品および各ねじの組み付け方向は、全て一方向（図1の左右方向）に統一される。最後に、本体18の外部から2つの押圧コマ30をはめ込み、調整ねじ31を締め込んで、電極リード17に対する金属端子24、25の接触部分24a、25aの接触圧力を調整し、パワーモジュール15の組立を完了する。

【0026】上記構成をなす本発明の実施の形態から得られる作用効果は、以下の通りである。

【0027】まず、本実施の形態では、樹脂製の格納ケース20を採用したことで、軽量化および低コスト化を図ることができる。また、樹脂製の格納ケース20の線膨張率と絶縁基板16との線膨張率は大きく異なるが、絶縁基板16を格納ケース20の内部にフローティング支持したことによって、両者間の熱応力の発生を防止する事ができる。なお、パワー素子2とアルミ導体4との線膨張率の違いにより生ずる熱応力、および、アルミ導体4と絶縁基板16との線膨張率の違いにより生ずる熱応力は、はんだ層5およびアルミ導体4の塑性変形と、絶縁基板16の比較的大きな変形とによって吸収し得るものである。

【0028】したがって、本実施の形態によれば、パワー素子2で発生する熱は、はんだ層5、アルミ導体4、低融点アルミ層および絶縁基板16を介して水路16a内部を流れる水へと逃がされることとなり、従来のパワーモジュール1のごとき、より多段の積層構造に比して、効率的に放熱を行うことが可能となる。よって、構成部材の線膨張率の違いによる熱応力の緩和と、パワーモジュールの冷却効率の向上とを両立させることが可能となる。また、積層数の減少により、製造工程の削減を図ることができる。

【0029】また、絶縁基板16の水路16aと、本体18および蓋19の水路18a、19aとの間に、リング等の弾性リング21を配置し、組立の際に弾性リング21を圧縮することで、絶縁基板16を格納ケース20に対しフローティング支持しつつ、水路16aと18a、水路16aと19aの間の密閉と水の連通とを確保する。そして、金属端子24、25と電極リード17との接触部分やパワーモジュール15の外部への、水漏れによる悪影響の発生を抑え、かつ、水を確実に循環させて、パワー素子2で発生する熱を効率的に除去することができる。

【0030】また、弾性リング21は、格納ケース20に対し絶縁基板16をフローティング支持するための支持手段としても機能し、構成部品の削減によるコストダウンと、構造の単純化による組立性の向上とを促進している。なお、弾性リング21とは別個に、格納ケース20と絶縁基板16との間に弾性部材で構成されるサスペンション機構を設けることで、振動に対する耐久性をより高めることも可能である。この場合には、弾性リング21は水路16aと18a、水路16aと19aの間の、水の密閉性を確保する機能のみ受け持つこととなるので、蛇腹ホース等に変えることも可能となる。

【0031】さらに、パワー素子2と格納ケース20外部との間の電流導通手段として、電極リード17と金属端子24、25とを用い、金属端子24、25の、電極リード17との接触部分24a、25aをループ状に形成している。そして、接触部分24a、25aを格納ケース20の外部に露出する調整ねじ31を締め込むことで、調整ねじ31により、押圧コマ30を介して接触部分24a、25aを押圧し、接触部分24a、25aのループを弾性変形させる。ここで生ずる弾性力を利用して、電極リード17に対する接触部分24a、25aの必要な接触圧を確保する。したがって、上記のごとく絶縁基板16が格納ケース20内にフローティング支持される構成においても、パワー素子2と格納ケース20外部との間の導通を確保し、作動の信頼性を高めることが可能となる。

【0032】しかも、当該接触圧の調整を、パワーモジュール15の組立工程の最終段階で行うことが可能なので、格納ケース20の内部に絶縁基板16を挿入する時点や、本体18に蓋19を合わせる時点で、金属端子24、25と電極リード17とが不要な干渉を起こすような部材の組み

合わせを避けることが可能となり、組立の容易性と電気的接触の確実性とを両立させることが可能となる。

【0033】さらに、パワーモジュール15を構成する、本体18、蓋19、絶縁基板16、弾性リング21、ジョイント22、23、固定ねじ32、金属端子24、25の端部24b、25b、外部バスバー26、27、ねじ28、29等が、一方向に組み付けられるように配置されることから、各部の組立作業を一方向に統一して行うことが可能となる。したがって、組立の容易性を高め、本発明の実施の形態のごとく、パワーモジュール15を構成する各部品を組立工程で最終的に一つにまとめるという手法を、容易に実現することが可能となる。なお、本発明の実施の形態では、格納ケース20を本体18と蓋19とに分割した場合を例に挙げて説明したが、必要に応じてその分割位置を変更することも、また、さらに多くの部分に分割することも可能である。

【0034】

【発明の効果】本発明はこのように構成したので、以下のような効果を有する。まず、本発明の請求項1に係るパワーモジュールによれば、構成部材の線膨張率の違いによる熱応力の緩和を図りつつ、冷却効率を高めることが可能となる。そして、パワーモジュールの性能の安定化を、低コストで実現することができる。

【0035】また、本発明の請求項2に係るパワーモジュールによれば、パワーモジュールの格納ケース内部に、パワー素子が固定される絶縁基板をフローティング支持し、前記絶縁基板と前記格納ケースとに生ずる熱応力の発生を防止することができる。

【0036】また、本発明の請求項3に係るパワーモジュールによれば、前記絶縁基板と格納ケース外部との間の密閉と水の連通とを確保し、水漏れによる悪影響の発生を抑え、かつ、水を確実に循環させて、前記パワー素子で発生する熱を効率的に除去することができる。

【0037】また、本発明の請求項4に係るパワーモジュールによれば、構成部品の削減によるコストダウンと、構造の単純化による組立性の向上とを促進することができる。

【0038】さらに、本発明の請求項5に係るパワーモジュールによれば、前記絶縁基板が前記格納ケース内にフローティング支持される構成における、前記パワー素子と前記格納ケース外部との間の導通を確保し、信頼性

を高めることが可能となる。

【0039】また、本発明の請求項6に係るパワーモジュールによれば、前記電流導通手段の前記電極リードに対する前記金属端子の接触圧力の調整を、パワーモジュールの組立工程の最終段階で行うことで、組立の容易性と電気的接触の確実性とを両立させることが可能となる。

【0040】加えて、本発明の請求項7に係るパワーモジュールによれば、組立の容易性を高め、本発明の実施の形態のごとく、パワーモジュール15を構成する各部品を組立工程で最終的に一つにまとめるという手法を、容易に実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るパワーモジュールの断面図である。

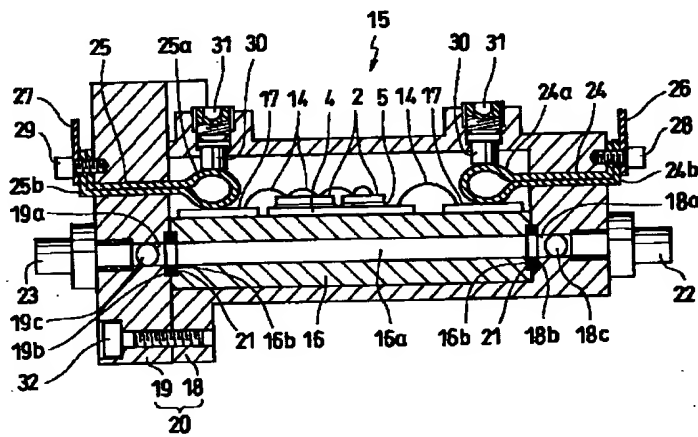
【図2】図1に示すパワーモジュールの絶縁基板の単体図である。

【図3】従来のパワーモジュールの要部断面図である。

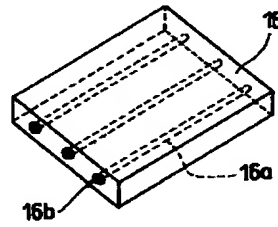
【符号の説明】

- 2 パワー素子
- 4 アルミ導体
- 5 はんだ層
- 14 ワイヤボンディング
- 16 絶縁基板
- 16a 水路
- 16b 凹部
- 17 電極リード
- 18 本体
- 18a 水路
- 18b 凹部
- 19 蓋
- 19a 水路
- 19b 凹部
- 20 格納ケース
- 21 弾性リング
- 24 金属端子
- 24a 接触部分
- 25 金属端子
- 25a 接触部分
- 30 押圧コマ
- 31 調整ねじ

【図1】



【図2】



【図3】

